水稻聯合收穫機用上置式脫穀機之試造[1]

鄔清標　　黃光華[2]

一、前　　言

水稻聯合收穫機在歐美地區早已廣泛應用，惟此種收穫機在結構上被稱爲『收穗式』，在收割時僅將稻株由穗部切斷，然後送入脫穀室內加以脫穀和清淨等，因淨穀以外雜質含量較多，故清淨過程較長，導致脫穀選別部份構造龐大；同時脫穀亦較難而穀粒的損失較多，故雖脫穀能率頗高，但因機體及損失的關係，難於適合稻作栽植面積小而採集約生產地區使用。基於此，日本方面加以改良，發展一種自脫型聯合收穫機，稻株由基部割斷，然後用夾稻束鏈條整株夾住，僅將穗部餵入脫穀室內脫穀。此法可以縮小機體及減少損失。本省於民國59年起開始引進，一再試驗，但因作業環境不同，欲於臺灣地區普遍採用，尙有下列數項缺點須加改進：

1.結構複雜，耐久性差，而售價高昂（目前割刀寬 70cm，日工作量 0.8 公頃的機器：售價每臺約需25萬元）。

2.脫穀選別效能低，不適於大量及高含水率稻株脫穀。

3.移動性差，導致日工作量低。

4.操作及維護困難。

關於脫穀選別性能，因其採用之脫穀方法係屬於下置式，這種方法是將稻束送進脫穀筒下方和承網之間，在脫穀上作用良好，即斷穗、斷葉、未脫粒等較少，但因作業中稻束常將承網之網眼蓋住，故斷穗處理和選別性較差；又在雨天和稻株枯藁情況下作業，時常發生阻塞和選別不良現象；同時因受空間的限制，脫穀能量難以提高。至於上置式脫穀法爲本省所一貫採用，係將稻束置於脫穀筒上方。其最大優點爲脫穀能量大，不易阻塞；但其最大缺點則爲斷穗、斷稈和斷葉量多，處理及選別時增加很多困難，同時以機器自動供給稻束，未脫粒的情況亦成爲問題。如果上述缺點能一一加以改進，則性能將不亞於下置式脫穀機，且能適合於臺灣地區農村使用，故本所乃自民國60年起由基本試驗開始，期望能設計出一種優良之脫穀機及聯合收穫機。

二、試造原則及方法

1.試驗選擇斷穗及未脫粒情況較少之脫穀筒。

2.在脫穀筒下方置一承網，及加設一組排塵處理筒，以增長斷穗處理行程，提高處理量及處理效率。

3.在脫穀筒上方覆蓋上板，一方面防止穀粒飛散，同時減少未脫粒量。

4.爲配合將來輪式收穫機的設計，使輪胎承受單位壓力減輕，儘量簡化機器結構，及縮短脫穀筒尺寸。

三、試造過程及結果

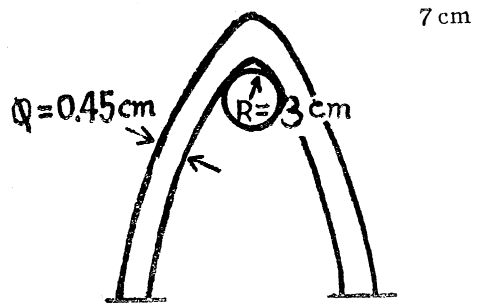
1.脫穀筒之選擇

以不同齒型及排列而構成五種不同脫穀筒。試驗結果選出較優的齒型及筒狀如下：

1.試驗報告農試字第665號。

2.臺灣省農業試驗所技正、技士。

（1）齒型



（V型齒）

（2）筒徑×長：46×55cm
單列齒距：9cm
複合齒距：3cm
每列齒數：6
列數：12

圖一、（性能良好之脫穀齒）

（3）性能：

脫谷筒轉速 (r. p. m)	稻束移動速率 (cm/s)	脫穀後 稻稈百分率（%）	稻秣百分率（%）	未脫粒損失（%）
350	15.4	7.12	3.04	0.54
	8.8	4.95	2.38	0.10
400	13.8	3.65	2.61	0.05
	10.0	3.01	5.02	0.32
450	14.9	5.36	5.97	0.10
	9.8	1.98	7.90	0.64

2.配裝承網和處理筒後，橫送量及脫穀筒轉速的關係探討所得結果，作業性能最佳時的脫穀量及速率配合如下：

脫谷筒周緣速率 (m/s)	稻束橫送速率 (kg/s)	脫谷後 稻秣百分率 (%)	未脫粒率（%）	斷穗率（%）	折算每小時稻谷流量（kg/hr）
9.15		6.46	0.23	0.15	
10.6	1.07	5.00	0.13	0.20	
11.3	(鏈速率0.32m/s 稻株量2.5kg/0.75m)	8.20	0.14	0.15	—
平均		6.55	0.17	0.17	1,269

註：1.2兩項詳細資料請參閱農業研究22卷1期。

3.一號試驗機試造：（其結構如照片，係包括脫穀筒、橫送夾稻束鏈條、斷穗處理筒、選別風扇和搖動篩網等）。

經田間試驗結果，發現下列缺點：

（1）稻束鏈條與脫穀筒中心距離太遠，致未脫粒甚多。

（2）脫穀齒與承網間隙過大（1～2公分），故斷穗之處理不理想。

（3）處理筒與其承網間隙過大（1～2公分），故斷穗之處理不理想。

（4）震網之震幅及頻率均過小，選別不良。

（5）風力太小，影響選別效率。

改良後的結構：

（1）夾稻束鏈條與脫穀筒間距離為33～36公分。

（2）脫穀筒及處理筒與其承網間隙為0.6公分。

（3）處理筒加切草刀，以斬斷斷藁及斷穗，增加處理量，並在處理室後端加上斷穗收回裝置，以延長處理行程。

（4）各種速率：

夾稻束鏈橫送速率：0.414m/s

脫穀筒轉速：400r.p.m

淨穀橫送螺旋輸送器轉速：400r.p.m

風扇轉速：400r.p.m

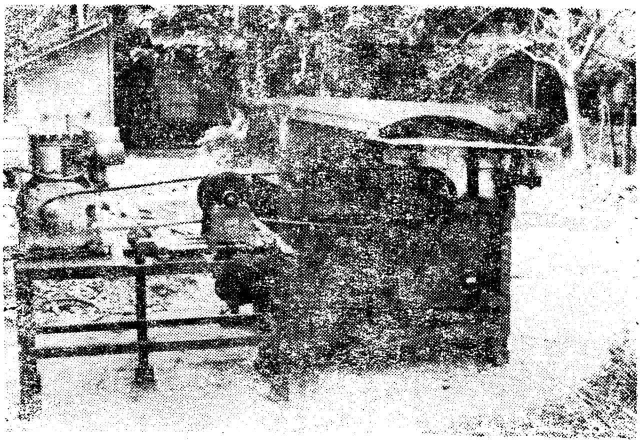
處理筒轉速：800r.p.m

振動篩網：500次/分

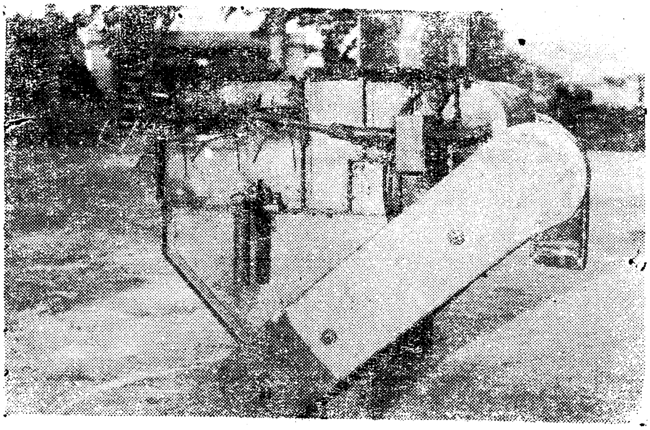
再試驗結果，脫穀及斷穗處理性能良好，而篩網振動及風扇的選別性能不佳。

4.二號試驗機之試造

（1）結構：如圖及表



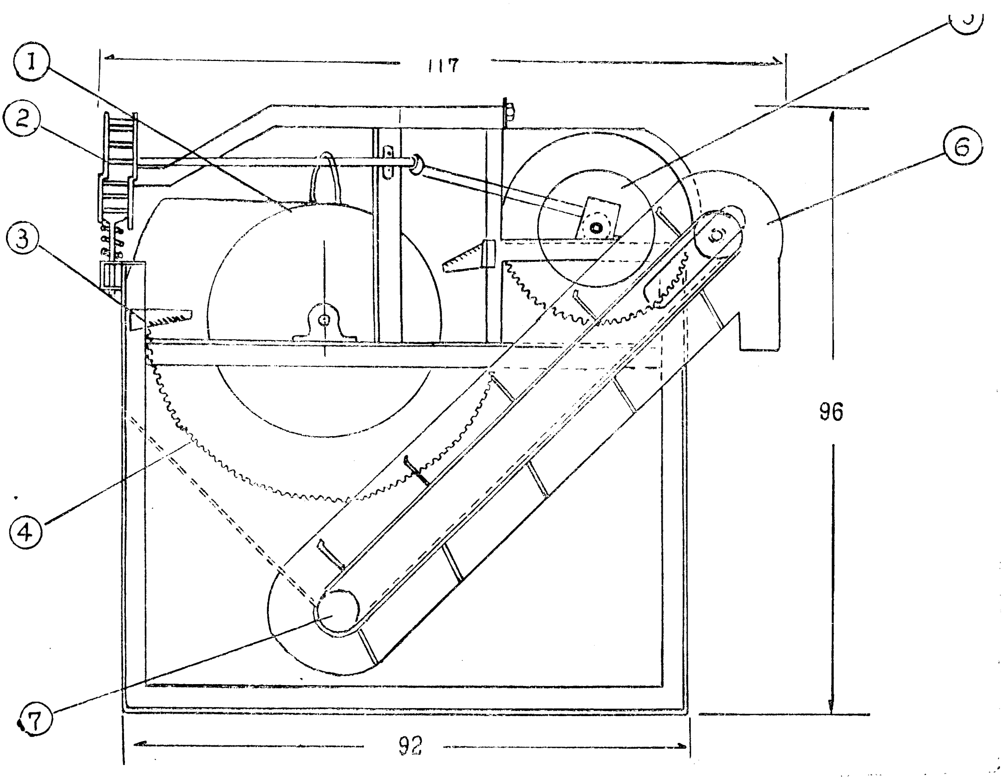
圖二、（一號試驗機）



圖三、（二號試驗機）

脫谷筒徑×寬	40×60cm	處理筒徑×寬	20×60cm
齒高	7cm	齒高	6cm
齒行	9cm	齒行	8cm
齒距	9cm	齒距	6cm
脫谷筒轉速	400r.p.m	處理筒轉速	500r.p.m

〝農試型〃上脫式聯合收穫機用脫穀機（側面圖）（二號試驗機）



①脫穀筒

②稻束搬送鏈條

③切碎刀

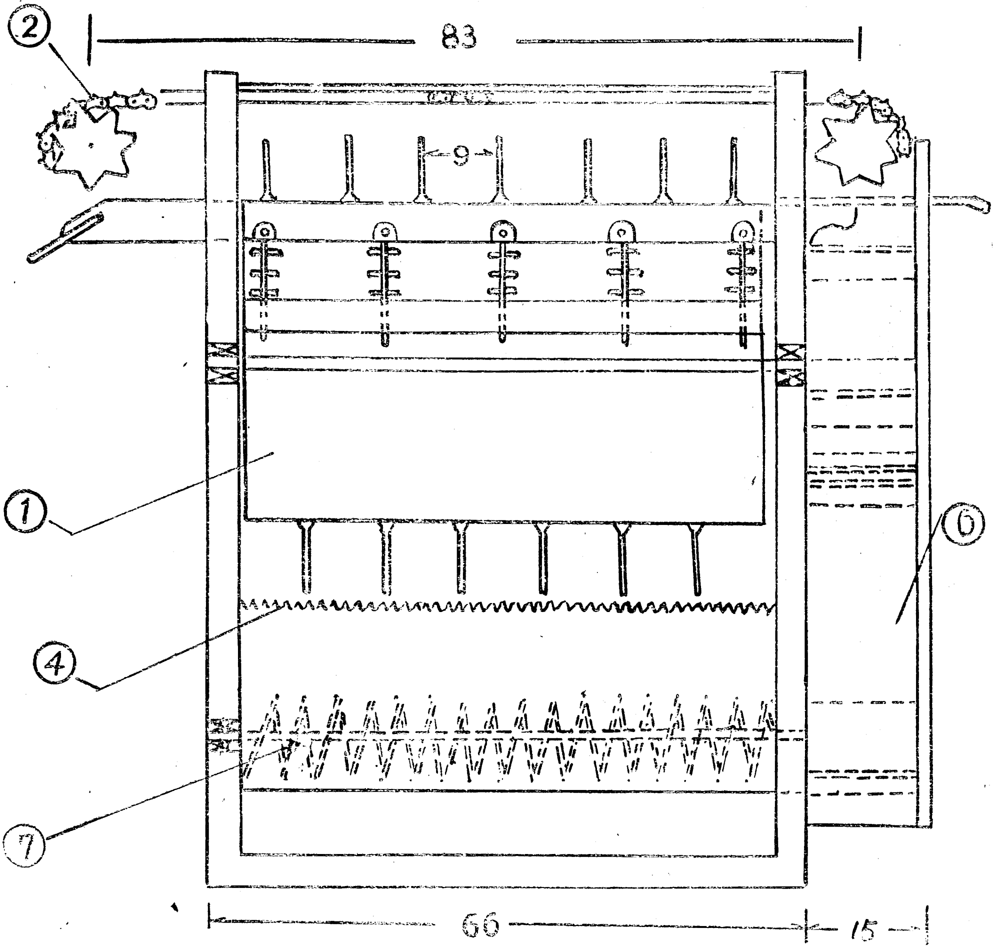
④承　網

⑤處理筒

⑥出穀器

⑦出穀螺旋

農試型上脫式聯合收穫機用脫穀機（正面圖）



①脫穀筒

②稻束搬送鏈條

③切碎刀

④承　網

⑤處理筒

⑥出穀器

⑦出穀螺旋

（2）結構特性

①附離心式分離間隙處理筒　處理筒外殼和筒身間四周圍均保持同一間隙時，稻秣和穀粒雖可以受到揉搓分離作用，但無機會可各自分散；同時由於揉搓時所發生之拉力常使稻秣捲繞在處理筒上，使分散選別性能較差，容易引起堵塞。爲克服此項困難，本設計之處理筒仍採取橢圓形外殼，使筒身和筒殼之間有一部份較大空間而形成分離間，當稻秣受到筒身之迴轉力轉動時，在分離間受到離心力之作用飛離筒身，同時由於比重之不同，穀粒和稻秣及水滴所受之離心力亦不同，因此在分離間可以使穀粒和稻秣分離而不始終黏貼一起，如此不但可以防止堵塞，並可增加分離選別性能。

同時又在處理筒及處理筒殼上分別置有迴轉及固定切草刀，用以切斷長草，即可免於長草捲繞，又有利於搓揉處理作用。

②脫穀筒殼及處理筒殼均置有斜向導板，使脫穀物依賴離心力和斜向導板及螺旋形排列的脫穀齒作用，由左面均勻的移向右面，然後衝進處理室，再順著斜導板，由右面而移到左面排出機體。此種靠機械作用的均勻分散及導流，如果配合恰當，比靠一般採用的吸風扇吸引來得性能優越，因風力吸引在處理物含水率高時，常失去其效用。

③撥片式出穀器　本機設計係以完成粗選別而在雨、露晨情況下所脫下的穀粒，不但雜質量多，且容易黏著，如果採用螺旋輸送器作爲揚谷器，不但容易阻塞，並且會碾破穀粒，因此改採用構造簡單，而在上述情況下達到揚谷目的之撥片式出穀器。其構造係在移動的皮帶上，固定一片片由橡皮帆布製成的導片，導片與外殼接觸而滑行。

四、二號試驗機性能測定

此項測定分成兩部份，一是將脫穀機固定，用手割 250 株到300株稻株，事先排在桌面上，排成約5～7公分厚之薄層，然後以人工連續送進脫穀機橫送鏈條夾束中，用以了解各項作業性能及精度。另一種是將脫穀機配裝簡易割切部份、行走部份等，而在田間實際做收穫工作，此乃希望可以了解機器對於田間作業的適應性，以及此後割切部份、行走部份和傳動部份應如何配合與改進。

以下爲各項試驗結果：

（1）晴天試驗結果（脫穀機固定）

		因素＼次數	單位	1	2	3	平均
1	稻株情況	株高	cm	103	103	103	103
2		供試株長	cm	90	90	90	90
3		品種		臺中65	同左	同左	—
4		種植行株距	cm	22.5	22.5	22.5	22.5
5		穀粒含水率	%	22.7	22.8	22.6	22.7
6		稻桿含水率	%	48	66	47	54
7		稻葉含水率	%	54	53	49	52
8		小支梗抗拉力	gr	63	107	66	79
9		0.1公頃稻谷產量	kg	275	328	313	305
10	作	供試稻株量	kg	14.6	14.7	15.5	14.9
11		供試稻株數	株	240	240	240	240

12	作業精度	穀粒損失 未脫粒損失率	%	0.73	1.60	1.65	1.33
13		穀粒損失 排塵內 斷穗損失率	%	0.126	0.033	0.165	0.108
14		穀粒損失 排塵內 單粒損失率	%	0.005	0.125	0.165	0.098
15		穀粒損失 排塵內損失合計	%	0.131	0.158	0.330	0.206
16		穀粒總損失率	%	0.861	1.758	1.980	1.533
17		選別率	%	94.7	95.5	93.3	94.5
18		碎米率	%	3.0	3.2	3.8	3.3
19		作業時間	sec	63	63	67	65
20		每小時稻谷流量	kg	191	228	205	208
21		每小時排塵量	kg	34	51	67	51
22		脫穀筒轉速	r. p. m	400	400	360	386
23		轉速負荷降低率	%	1.25	0.50	5.60	2.45

（2）露水時試驗結果（脫穀機固定）

		因素 \ 次數	單位	1	2	3	平均
1	稻株情況	株高	cm	111	111	111	111
2		供試株長	cm	96	96	96	96
3		品種		臺農61	同左	同左	—
4		種植行株距	cm	22.5	22.5	22.5	22.5
5		穀粒含水率	%	32	32	36	33
6		稻桿含水率	%	81	82	79	81
7		稻葉含水率	%	70	69	70	70
8		小支梗抗拉力	gr	73	92	67	77
9		0.1公頃稻谷產量	kg	460	442	427	443
10	作業精度	供試稻株量	kg	38.5	38.5	37.0	38.0
11		供試稻株數	株	320	320	320	320
12		穀粒損失 未脫粒損失率	%	1.32	0.31	0.60	0.74
13		穀粒損失 排塵內 斷穗損失率	%	0.53	0.21	0.12	0.29
14		穀粒損失 排塵內 單粒損失率	%	0.38	0.47	1.80	0.88
15		穀粒損失 排塵內損失合計	%	0.91	0.68	1.92	1.18
16		穀粒總損失率	%	2.23	0.99	2.52	1.91
17		選別率	%	95.9	97.1	96.4	96.5
18		碎米率	%	0.33	0.23	0.10	0.22
19		作業時間	sec	84	98	68	83

20		每小時稻谷流量	kg	320	263	366	316
21		每小時排塵量	kg	154	114	222	163
22		脫穀筒轉速	r.p.m	400	400	410	403
23		轉速負荷降低率	%	5.0	7.5	14.6	9.0

註：第三次試驗係將本已含水量甚高之稻株，在試驗前再用水壺澆過水，使其情況近於雨天下作業。

（3）初步田間性能測定

穀粒含水份率	25.3—30%
稻株含水份率	72.5%
行株距	28.5×23.4cm
淨谷選別率	88.1
排塵內含穀粒	1.52%
行車速率	0.4m/s

如果田間有效工作效率以75%計算

$$\text{則每 0.1公頃作業機割所需時間}=\frac{1000}{\text{割行數}\times\text{行距}\times\text{行車速率}\times\text{有效工作效率}}$$

$$=\frac{1000}{3\times0.285\times(0.4\times60)\times0.75}$$

$$=65\text{分}/0.1\text{公頃}$$

（如果行距以 0.225cm 計算則為82分/0.1公頃）

五、討　　論

1.工作能量：

依照上項田間初步試驗結果，推算每 0.1公頃作業時間約需65～82分鐘，顯示脫穀能量尚未達到理想，故如欲達到每0.1公頃作業時間為60分鐘以下，則脫穀筒的大小結構或輸送速度應再加改進。

2.作業精度之檢討：

（1）經過承網及處理筒處理，排出的塵秫內，所含的穀粒損失極少，平均只有 0.2%，即使在露水下亦只升至1.18%（其中包含第三次輸送稻秣不良及高含水量的1.92%在內）。其中尤其值得注意的是斷穗率的損失在晴天和露晨下分別為0.108及 0.29%，其量甚少，可說充分發揮處理斷穗的效果，此為下置脫穀式較難達到的優點。目前日製聯合收穫機所用下置式脫谷機排塵及未脫粒損失如下：

項目 ＼ 機型	井關ＨＤ—700型	大島ＲＳ—771型	三菱ＭＣ—700型
排塵損失	0.56	0.45	0.54
未脫粒損失	0.66	0.67	0.37

（2）未脫粒損失分別爲1.33％（晴天）和0.74％（露水），此値比下置脫穀式的脫谷情況稍多，由於本次試驗係採用手工割取的稻秣和人工輸送，難免較零亂，如果眞正田間作業，此値可能再少些。然而未脫粒損失乃是限制上置脫穀式脫穀機的因素之一，這一方面應再加强改進。

（3）經脫谷作業後送出稻穀中含有的雜秣，平均分別爲5.5％（晴天）和3.5％（露水），情況相當良好；同時雜秣內極大部份係稻秣和空殼，其中斷穗和斷稈極少，而此種稻秣經乾燥後極易處理，同時二槽米又可留作飼養牲畜用。

（4）受負荷時脫穀筒轉速降低的情形，露水下平均爲９％，比晴天作業平均2.45％要多，可能係受到斷穗量增加的影響。

（5）碎米率在晴天試驗平均爲3.3％，而露水下平均爲 0.22％，此點有些怪異，値得再加以檢討，可能因試造機器的精密度不良，而導出一些不應有的脫殼米來。

（6）經過多次重複試驗和根據負荷降低率、碎米率、選別率、斷穗處理情況，同時機器本身結構簡單，未裝風扇及振網和二號回流處理等裝置，以及試驗進行中的觀察顯示，本機的設計對於露晨下作業應無問題。

3.爲配合將來輪式收穫機之設計，使輪胎承受單位壓力減輕，而將脫穀筒直徑由46公分改爲40公分，結果發現脫穀量未能達到基本試驗時所得結果的每小時 1,260kg，同時未脫粒損失顯著增加，此點仍待進一步的改進。

六、摘　　要

利用本省慣用的上置式脫穀法，再加裝承網、上蓋和處理室等裝置後所配成之上置式自動脫穀機，經試造結果具有下列數項優點，可單獨採用而改善現有脫穀作業，亦可搭載於小型聯合收穫機上，而能發揮較下置脫穀式爲佳的性能：

1.割３行而以每秒0.4公尺車速前進作業時脫穀情況良好，以此推算則每0.1公頃作業所需時間約爲65～82分鐘。

2.爲配合將來輪式收穫機之設計，將脫穀筒直徑由46公分改爲40公分以減輕重量及高度，但此對於脫穀能量及未脫粒量略有影響，故如欲使作業能率達到每 0.1公頃60分鐘以下時，對於脫穀筒大小結構或輸送速度應再加改良。

3.排塵內穀粒損失爲0.20％（晴天）和1.18％（露水），性能良好，尤其對於斷穗的處理極爲理想，可見脫穀室及處理室能發揮極佳效果。

4.經試驗結果，未脫粒損失晴天平均爲1.33％，較下置脫穀式脫穀機略多，而露水下平均爲0.74％，與下置式脫谷機並未有顯著差異。

5.本設計之上置脫穀式脫穀機，因斷穗處理良好，結構簡單，阻塞的可能性很少，不但在露水或小雨天可以順利進行作業，同時對倒伏或折稈等較零亂的稻株亦可適應。惟在此稻株含水量高情況下作業，排塵量增加甚多，平均每小時排出163公斤。

6.選別的情況良好，可以達到粗選別的效果，同時因未裝風扇、震網和二號回流裝置，結構方面簡化了許多。

EXPERIMENTS ON AUTOMATIC UPPER FEEDING THRESHER

Summary

This automatic upper feeding thresher, which is adopted the traditional upper feeding threshing method and has equiped with a sieve, an upper case and a processing chamber, has been already trial produced and contains the following merits. Hence, this newly produced thresher can be adopted alone to improve the present threshing process as well as to be attached to the small rice combine to obtain a better function other than the lower feeding thresher.

1. The threshing condition will be very good if the forward speed of the thresher (which is attached to combine) is 0.4 m/sec and with a three—row cutting width. The working rate will be 65 to 82 min/0.1 ha. by calculation.
2. In the case of developing a new wheel type rice combine in the near future, the diameter of the threshing drum should be reduced from its present 46 cm to 40 cm to reduce the total weight and height. However, this reduction will slightly affect the working rate mentioned above. Hence, if the working rate should be limited to 60 min/0.1 ha. or less, the diameter as well as the structure of the threshing drum and the feeding speed should be re—examined.
3. The grain loss in residue are 0.206% (fair weather) and 1.18% (dew weather) respectively. It is considered that this machine is functioned very well, especially this machine can manage these broken panicles in a very good way. The reason of these fine results is that the threshing chamber as well as the processing chamber are functioned very well.
4. The average unthreshed grain loss are 1.33% (fair weather) and 0.74% (dew weather) , which are slightly increased than the grain loss in the lower feeding thresher.
5. This thresher is designed for upper feeding type. Since it's broken panicle's management is proved in great satisfaction and whole thresher is simple in structure, hence, the stoppage of threshed residue and grain flow in the machine is less possible. Moreover, not only this machine could be put to work in drizzle or dew weather, but also it can be worked very well in the lodging area where the twisted straws and messed panicles are existed. However, since the residue has increased a lot in the case of high moisture content of rice plants, the average residue exhausted is163 kg per hour.
6. The cleaning condition of this machine is quite good, it can reach the rough cleaning level. In the meantime, since the attachments such as the air blower, the vibrating sieve, and the secondary circulation device have been removed from this new machine, the structure of this combine is obviously simplified a lot.